

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-191209

(43)Date of publication of application : 28.07.1995

(51)Int.Cl.

G02B 5/18

G02B 3/00

(21)Application number : 05-330105

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 27.12.1993

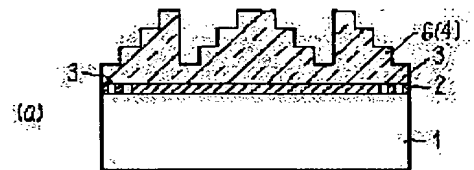
(72)Inventor : MIURA MICHIO

(54) PRODUCTION OF MICROOPTICAL ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To decrease the number of production stages and to produce microoptical elements with good reproducibility by subjecting a resist layer to multiple exposing through masks used thereon to form the prototype of the microoptical elements and transferring this prototype onto a substrate by etching.

CONSTITUTION: A light shielding film 2 is formed on the substrate 1, and markers 3 for multiple exposing are formed by removing a part of this light shielding film 3. Next, the resist layer 4 is formed on the light shielding film 2 and the plural masks are aligned via the markers 3 for multiple exposing to the substrate 1 and the resist layer is subjected to multiple exposing by successively changing exposures. The resist layer is thereafter developed to form the prototype 6 of the microoptical element approximated by a staircase shape. The prototype 6 of the microoptical element is transferred onto the substrate 1 by executing etching. The etching is executed preferably by ion beam etching method or or reactive ion etching method. As a result, the prototype 6 of the microoptical element consisting of the resist layer 4 is transferred onto the substrate 1 and the microoptical element 7 approximated by the staircase shape are formed by one time of the etching stage.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Negatives are developed, after forming a resist layer (4) on a substrate (1), changing light exposure one by one using two or more masks (5a and 5b) and making multiplex exposure. The manufacture approach of the microoptics component characterized by forming the pattern (6) of the microoptics component approximated with the stairway configuration, etching, and imprinting the pattern (6) of said microoptics component to said substrate (1).

[Claim 2] The approach of said etching is the manufacture approach of the microoptics component according to claim 1 characterized by being the ion-beam-etching method or the reactive-ion-etching method.

[Claim 3] The resist used for formation of said resist layer (4) is the manufacture approach of the microoptics component according to claim 1 or 2 characterized by the relation between the exposure time and the residual resist thickness after exposure / development having straight-line relation in a field in part at least.

[Claim 4] A microoptics component is the manufacture approach of claims 1 and 2 characterized by making it decrease in a field, or the microoptics component three publications a part about the number of stages of the stairway of the pattern (6) of said microoptics component.

[Claim 5] The manufacture approach of claims 1, 2, and 3 characterized by heating the pattern (6) of said microoptics component, making a stairway configuration gently-sloping in advance of said etching process, and bringing close to a theoretical configuration, or the microoptics component four publications.

[Claim 6] The manufacture approach of the microoptics component characterized by forming a mold using the microoptics component manufactured using the manufacture approach of a microoptics component according to claim 1, and reproducing a microoptics component using this mold.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the manufacture approach of microoptics components, such as a diffraction grating and a micro lens, broadly used in the field of an indicating equipment, or a communication link and the device for computers.

[0002]

[Description of the Prior Art] The approach of performing ion exchange treatment selectively and forming refractive-index distribution on plastics or a glass substrate, as a conventional technique of manufacturing a micro lens or a micro-lens array, is learned. This approach forms refractive-index distribution using the difference of the rate of electronic polarization which ion has.

[0003] Moreover, the resist layer of a lens configuration is formed on a substrate, and the approach of imprinting the lens configuration of this resist on a substrate front face using the ion-beam-etching method is learned. This approach carries out patterning of the resist layer formed on the substrate circularly, applies heat to this, is made to deform into a spherical-surface configuration with the surface tension of a resist, and imprints this spherical-surface configuration on a substrate front face by etching.

[0004] In addition, an electron-beam-resist layer is formed on a substrate, after scanning an electron ray, changing light exposure corresponding to the configuration of a microoptics component, negatives are developed, and the pattern of the microoptics component which consists of an electron beam resist is formed, and the approach of imprinting this pattern to a lower layer substrate by etching is learned.

[0005] The conventional example explained below is known as the manufacture approach of the so-called binary optics component of making a microoptics component approximating in a stairway configuration, and manufacturing it. A photoresist layer 12 is formed on a substrate 11, and it exposes using 1st mask 13a (refer to drawing 9 (a)). After making development and BEKU processing, forming the resist mask 14 on a substrate 11 (refer to drawing 9 (b)) and performing etching processing (refer to drawing 9 (c)), the resist mask 14 is removed (refer to drawing 10 (a)). After forming the resist layer 15 again and exposing using 2nd mask 13b (refer to drawing 10 (b)), development and BEKU processing are made and the resist mask 16 is formed (refer to drawing 10 (c)). After performing etching processing (refer to drawing 11 (a)), the microoptics component 17 which removed the resist mask 16 and was approximated with the stairway configuration is formed (refer to drawing 11 (b)). What is necessary is just to make the count of a repeat of the above-mentioned process increase, in order to raise approximation level. In addition, it replaces with the above-mentioned approach of repeating etching two or more times, and there is also the approach of changing deposition thickness to a stairway configuration and forming a microoptics component by repeating a lift off two or more times.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since an ionic diffusion process is required for the approach of performing ion exchange treatment and the heat treatment process is required for the approach of heating a resist and forming in a spherical-surface configuration, all have a problem in repeatability. moreover, the above — there is a fault that it is circularly difficult to form the optical element of configurations other than a globular form also in which approach.

[0007] Scanning an electron ray changing light exposure, exposure and the approach of developing have a fault of ***** in time amount in electron beam lithography.

[0008] Moreover, it needs to raise the repeatability between the batches of etching or a lift off while it has the fault that a routing counter increases, since the manufacture approach of the conventional binary optics component must repeat etching or a lift-off process repeatedly and must carry it out.

[0009] The object of this invention is to cancel these faults, and there are few production processes and it is to offer the approach of manufacturing a microoptics component with sufficient repeatability by low cost.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned object forms a resist layer (4) on a substrate (1),

and the pattern (6) of the microoptics component which developed negatives after changing light exposure one by one using two or more masks (5a and 5b) and making multiplex exposure, and was approximated with the stairway configuration is formed. Subsequently, it is attained by the manufacture approach of the microoptics component which etches and imprints the pattern (6) of the aforementioned microoptics component to the aforementioned substrate (1).

[0011] In addition, as for the resist used preferably [the ion-beam-etching method or the reactive-ion-etching method] for formation of the aforementioned resist layer (4) by the approach of the aforementioned etching, it is desirable that the relation between the exposure time and the residual resist thickness after exposure / development has straight-line relation in a field in part at least. a case -- the number of stages of the stairway of the pattern (6) of the aforementioned microoptics component -- a part of microoptics component -- when it is made to decrease in a field, it is good to heat the pattern (6) of the aforementioned microoptics component, to make a stairway configuration gently-sloping in advance of the aforementioned etching process, and to bring close to a theoretical configuration well. In addition, a mold can be formed using the microoptics component manufactured using the manufacture approach of this microoptics component, and a microoptics component can be reproduced using this mold.

[0012]

[Function] As shown in drawing 2 (a), the light-shielding film 2 which consists of titanium, chromium, etc. is formed on the substrates 1, such as a diacid-ized silicon wafer, this light-shielding film 2 is removed from 1 section field, and as shown in drawing 2 R> 2 (b), the marker 3 for multiplex exposure is formed. As shown in drawing 2 (c), after forming and prebaking the positive-resist layer 4 on a light-shielding film 2, as shown in drawing 3 (a), through the marker 3 for multiplex exposure, alignment of the 1st mask 5a is carried out to a substrate 1, and it is exposed. Next, subsequently As shown in drawing 3 (b), alignment of the 2nd mask 5b is carried out to a substrate 1 through the marker 3 for multiplex exposure, and it exposes with one half [with a light exposure / 1st] of light exposure. In addition, both 1st mask 5a and 2nd mask 5b are making the symmetry-of-revolution form, and the sectional view of the masks 5a and 5b shown in drawing 3 (a) and (b) is a sectional view cut in the cutting plane which passes along a symmetry axis of rotation inversion.

[0013] Next, if postbake of the development is performed and carried out, the lens pattern 6 which has a stairway configuration as the cross section cut in the cutting plane which passes along a symmetry axis of rotation inversion by the symmetry-of-revolution form shows to drawing 1 (a) will be formed. If reactive-ion-etching processing is performed to the diacid-ized silicon substrate 1 in which the lens pattern 6 which consists of this resist layer was formed, as shown in drawing 1 (b), the lens pattern 6 which consists of a resist layer will be imprinted by the diacid-ized silicon substrate 1, and Fresnel lens 7 approximated with the stairway configuration will be formed with 1 time of an etching process. In addition, since it is necessary to imprint the lens pattern 6 which suppresses side etching and consists of a resist layer to a substrate 1, as the etching approach, wet etching is unsuitable and ion beam etching or reactive ion etching is suitable for it.

[0014] as the remaining-rate-of-membrane curve which shows the relation between the exposure time of a positive resist and the residual resist thickness after development shows drawing 4 , in being nonlinear, **** to which the gap between the theoretical configuration of a lens and the stair-like approximation configuration formed after a development becomes large is also boiled, especially, in the field of the skirt of the high order zona orbicularis, a stairway configuration becomes detailed, and manufacture becomes difficult. In order to solve this problem, as shown in drawing 5 , a remaining-rate-of-membrane curve should just use a linear resist. In this case, the gap between a theoretical configuration and an approximation configuration becomes small, and the stairway configuration of the field of the skirt of the zona orbicularis does not become detailed, but etching processing is attained to the high order zona orbicularis.

[0015]

[Example] Hereafter, with reference to a drawing, the manufacture approach of the microoptics component concerning four examples of this invention is explained.

[0016] the 1st example drawing 2 re-reference diacid-ized silicon wafer substrate 1 top -- for example, the titanium film 2 -- forming -- this -- patterning -- carrying out -- the marker 3 for multiplex exposure -- forming -- subsequently -- a positive resist, for example, Tokyo, -- OFPR-800 made from adaptation are applied to 2.0-micrometer thickness, and the resist layer 4 is formed.

[0017] Since each mask used for the drawing 6 reference Fresnel lens and its manufacture is a symmetry-of-revolution form, the sectional view of the mask shown in drawing 6 and a lens pattern shows the right half of the cross section which cut the mask and the lens pattern in the cutting plane which passes along a symmetry axis of rotation inversion.

[0018] Moreover, the resist configuration acquired with two or more masks and those combination in this drawing is shown, and please refer to drawing 2 and drawing 3 simultaneously about a fundamental process.

[0019] Carry out alignment of the 1st mask shown in drawing 6 (a) produced from the design value of a lens to a substrate 1 through the marker 3 for multiplex exposure, and it is exposed between 260 mses. Next, if carry out alignment of the 2nd mask shown in drawing 6 (b) to a substrate 1 similarly, expose between 130 mses, alignment of the 3rd mask subsequently to drawing 6 (c) shown is similarly carried out to a substrate 1, it exposes between 65 mses and negatives are developed The pattern of the Fresnel lens which has a stair-like approximation configuration as shown in drawing 6 (d) is formed.

[0020] By carrying out reactive ion etching which uses the mixed gas of carbon tetrafluoride gas and oxygen gas, the Fresnel lens pattern which consists of a resist of the configuration shown in drawing 6 (d) is imprinted by the diacid-ized silicon substrate 1, and a Fresnel lens is formed. In addition, it the titanium film 2 is not only used for formation of the marker 3 for multiplex exposure, but is used for the object which checks the terminal point of reactive ion etching easily. Moreover, it may replace with the reactive-ion-etching method, and the ion-beam-etching method may be used.

[0021] In this example, although eight steps of stairway configurations are formed with three kinds of masks, it realizes by changing the combination of the exposure section and the non-exposed area in each mask, and the light exposure in each mask, and this can enable sharp reduction of a routing counter by carrying out like this.

[0022] In the zona orbicularis of the 2nd example drawing 7 reference high order, a stairway configuration may become detailed, and manufacture may become difficult. In this case, what is necessary is just to lessen the number of stages of the stairway of the high order zona orbicularis as [show / in drawing 7]. drawing 7 -- setting -- a part of 4th zona orbicularis -- the number of stairways is lessened in a field and all the fields of the 5th zona orbicularis.

[0023] Etching is performed, after forming the 3rd example drawing 8 (a) (b) reference resist layer 4 in a stairway configuration, heating and making a stairway configuration gently-sloping. The temperature of 150 degrees C shows the resist configuration when heating for 20 minutes to drawing 8 (a) with a continuous line. By this approach, a lens configuration can be brought more close to a theoretical configuration.

[0024] Although it is illustrated so that a stair-like approximation configuration may be formed inside the curve which shows a theoretical configuration in the example shown in above-mentioned drawing 5 - drawing 7 at this time, the effectiveness by heating can be further raised by forming an approximation configuration beforehand so that the curve of a theoretical configuration may pass along between the heights of a stairway configuration, and crevices, as shown in drawing 8 (b).

[0025] A mold is produced as original recording using the Fresnel lens which consists of diacid-ized silicon manufactured by the approach of the 4th example above, and a Fresnel lens is reproduced to a large quantity by the *****ing method using ingredients, such as PMMA.

[0026]

[Effect of the Invention] In the manufacture approach of the microoptics component which starts this

invention as explained above Since use two or more masks, the pattern of the binary optics component which consists of a resist by changing light exposure one by one and carrying out multiplex exposure is produced, this pattern is imprinted to a substrate by etching and the microoptics component is formed an etching process is 1 time, ends, and also boils **** to which a throughput becomes large, and its repeatability of component manufacture also improves.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 2. **** shows the word which can not be translated.
 3. In the drawings, any words are not translated.
-

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the principle explanatory view of this invention.

[Drawing 2] It is the principle explanatory view of this invention.

[Drawing 3] It is the principle explanatory view of this invention.

[Drawing 4] It is drawing showing the lens configuration formed when a remaining-rate-of-membrane curve is nonlinear.

[Drawing 5] It is drawing showing the lens configuration formed when a remaining-rate-of-membrane curve is linearity.

[Drawing 6] It is a Fresnel lens production process explanatory view concerning this invention.

[Drawing 7] It is the sectional view of the Fresnel lens which reduced the number of stairways in the high order zona orbicularis.

[Drawing 8] (a) is the approach of bringing close to a theoretical configuration with heating, and (b) is a theoretical curve.

[Drawing 9] It is the production process explanatory view of the microoptics component concerning the conventional technique.

[Drawing 10] It is the production process explanatory view of the microoptics component concerning the conventional technique.

[Drawing 11] It is the production process explanatory view of the microoptics component concerning the conventional technique.

[Description of Notations]

- 1 Substrate
- 2 Light-shielding Film
- 3 Marker for Multiplex Exposure
- 4 Resist Layer
- 5a The 1st mask
- 5b The 2nd mask
- 6 Lens Pattern
- 7 Fresnel Lens

11 Substrate
12-15 Resist layer
13a The 1st mask
13b The 2nd mask
14-16 Resist mask
17 Microoptics Component

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-191209

(43) 公開日 平成7年(1995)7月28日

(51) Int.Cl.⁶G 0 2 B 5/18
3/00

識別記号

庁内整理番号

A

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-330105

(22) 出願日 平成5年(1993)12月27日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 三浦 道雄

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 寒川 誠一

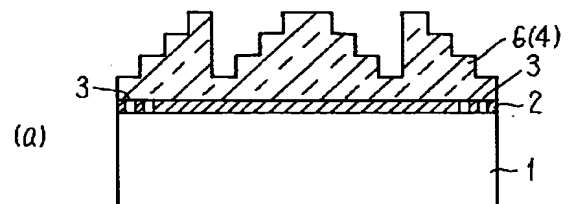
(54) 【発明の名称】 微小光学素子の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 微小光学素子の製造方法に関し、製造工程数が少なく、低コストで再現性よく微小光学素子を製造する方法を提供することを目的とする。

【構成】 基板1上にレジスト層4を形成し、複数のマスク5a・5bを使用して順次露光量を変化させて多重露光をなした後現像して階段形状をもって近似された微小光学素子の原型6を形成し、エッチングをなしてこの微小光学素子の原型6を基板1に転写して微小光学素子を製造する。

原理説明図



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板（1）上にレジスト層（4）を形成し、
複数のマスク（5 a・5 b）を使用して順次露光量を変化させて多重露光をなした後現像し、階段形状をもって近似された微小光学素子の原型（6）を形成し、
エッチングをなして前記微小光学素子の原型（6）を前記基板（1）に転写することを特徴とする微小光学素子の製造方法。

【請求項2】 前記エッチングの方法はイオンビームエッチング法またはリアクティブイオンエッチング法であることを特徴とする請求項1記載の微小光学素子の製造方法。

【請求項3】 前記レジスト層（4）の形成に使用されるレジストは、露光時間と露光・現像後の残留レジスト膜厚との関係が少なくとも一部領域において直線関係を有することを特徴とする請求項1または2記載の微小光学素子の製造方法。

【請求項4】 前記微小光学素子の原型（6）の階段の段数を微小光学素子の一部領域において減少させることを特徴とする請求項1、2、または、3記載の微小光学素子の製造方法。

【請求項5】 前記エッチング工程に先立ち、前記微小光学素子の原型（6）を加熱して階段形状をなだらかにして理論形状に近づけることを特徴とする請求項1、2、3、または、4記載の微小光学素子の製造方法。

【請求項6】 請求項1記載の微小光学素子の製造方法を使用して製造した微小光学素子を使用して型を形成し、該型を使用して微小光学素子を複製することを特徴とする微小光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、表示装置や通信・コンピュータ用デバイスの分野において幅広く利用されている回折格子やマイクロレンズ等の微小光学素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】マイクロレンズあるいはマイクロレンズアレイを製造する従来技術として、プラスチックやガラス基板上に選択的にイオン交換処理を施して屈折率分布を形成する方法が知られている。この方法は、イオンの有する電子分極率の差を利用して屈折率分布を形成するものである。

【0003】また、基板上にレンズ形状のレジスト層を形成し、イオンビームエッチング法を使用して基板表面にこのレジストのレンズ形状を転写する方法が知られている。この方法は、基板上に形成したレジスト層を円形にパターニングし、これに熱を加えてレジストの表面張力によって球面形状に変形させ、エッチングによりこの球面形状を基板表面に転写するものである。

2

【0004】その他、基板上に電子線レジスト層を形成し、微小光学素子の形状に対応して露光量を変化させながら電子線を走査した後現像して、電子線レジストよりなる微小光学素子の原型を形成し、エッチングによりこの原型を下層の基板に転写する方法が知られている。

【0005】微小光学素子を階段形状で近似させて製造する所謂バイナリオプティックス素子の製造方法としては、以下に説明する従来例が知られている。基板11上にフォトレジスト層12を形成し、第1のマスク13aを使用して露光する（図9（a）参照）。現像・ベーク処理をなして、基板11上にレジストマスク14を形成し（図9（b）参照）、エッチング処理を施した後（図9（c）参照）、レジストマスク14を除去する（図10（a）参照）。再びレジスト層15を形成し、第2のマスク13bを使用して露光した後（図10（b）参照）、現像・ベーク処理をなしてレジストマスク16を形成する（図10（c）参照）。エッチング処理を施した後（図11（a）参照）、レジストマスク16を除去して階段形状をもって近似された微小光学素子17を形成する（図11（b）参照）。近似レベルを高めるためには、上記のプロセスの繰り返し回数を増加させればよい。なお、エッチングを複数回繰り返す上記の方法に代えて、リフトオフを複数回繰り返すことによって堆積膜厚を階段形状に変化させて微小光学素子を形成する方法もある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】イオン交換処理を施す方法はイオン拡散工程が必要であり、またレジストを加熱して球面形状に形成する方法は熱処理工程が必要であるため、いずれも再現性に問題がある。また、上記いずれの方法においても円形または球形以外の形状の光学素子を形成することが困難であるという欠点がある。

【0007】電子線を露光量を変化させながら走査して露光・現像する方法は、電子線描画に時間がかかるという欠点がある。

【0008】また、従来のバイナリオプティックス素子の製造方法は、エッチングまたはリフトオフ工程を何回も繰り返し実施しなければならないので、工程数が多くなるという欠点があるとともに、エッチングやリフトオフのバッチ間の再現性を高めることが必要である。

【0009】本発明の目的は、これらの欠点を解消することにより、製造工程数が少なく、低コストで再現性よく微小光学素子を製造する方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、基板（1）上にレジスト層（4）を形成し、複数のマスク（5 a・5 b）を使用して順次露光量を変化させて多重露光をなした後現像して階段形状をもって近似された微小光学素子の原型（6）を形成し、次いで、エッチングをなして前記の微小光学素子の原型（6）を前記の基板

(3)

3

(1)に転写する微小光学素子の製造方法によって達成される。

【0011】なお、前記のエッチングの方法はイオンビームエッチング法またはリアクティブイオンエッチング法が好ましく、また、前記のレジスト層(4)の形成に使用されるレジストは、露光時間と露光・現像後の残留レジスト膜厚との関係が少なくとも一部領域において直線関係を有することが好ましい。場合によっては、前記の微小光学素子の原型(6)の階段の段数を微小光学素子の一部領域において減少させるとよく、また、前記のエッチング工程に先立ち、前記の微小光学素子の原型

(6)を加熱して階段形状をなだらかにして理論形状に近づけるとよい。なお、この微小光学素子の製造方法を使用して製造した微小光学素子を使用して型を形成し、この型を使用して微小光学素子を複製することができる。

【0012】

【作用】図2(a)に示すように、二酸化シリコンウェーハ等の基板1上にチタン、クローム等からなる遮光膜2を形成し、1部領域からこの遮光膜2を除去して、図2(b)に示すように多重露光用マーカ3を形成する。次に、図2(c)に示すように、遮光膜2上にポジ型レジスト層4を形成してプリベークした後、図3(a)に示すように、第1のマスク5aを多重露光用マーカ3を介して基板1に位置合わせして露光し、次いで、図3

(b)に示すように、第2のマスク5bを多重露光用マーカ3を介して基板1に位置合わせして、第1回目の露光量の1/2の露光量をもって露光する。なお、第1のマスク5aと第2のマスク5bはともに回転対称形をなしており、図3(a)(b)に示すマスク5a、5bの断面図は、回転対称軸を通る切断面で切断した断面図である。

【0013】次に、現像処理を施してポストベークすると、回転対称形で、回転対称軸を通る切断面で切断した断面が図1(a)に示すような階段形状を有するレンズ原型6が形成される。このレジスト層よりなるレンズ原型6が形成された二酸化シリコン基板1にリアクティブイオンエッチング処理を施すと、図1(b)に示すように、レジスト層よりなるレンズ原型6が二酸化シリコン基板1に転写され、階段形状をもって近似されたフレネルレンズ7が1回のエッチング工程をもって形成される。なお、サイドエッチングを抑えてレジスト層よりなるレンズ原型6を基板1に転写する必要があるため、エッチング方法としてはウェットエッチングは不適当であり、イオンビームエッチングまたはリアクティブイオンエッチングが適当である。

【0014】ポジ型レジストの露光時間と現像後の残留レジスト膜厚との関係を示す残膜率曲線が、図4に示すように非線形である場合には、レンズの理論形状と現像処理後に形成される階段状の近似形状との間のずれが大

4

きくなるとともに、特に高次の輪帯の裾の領域において階段形状が微細になり、製造が困難になる。この問題を解決するには、図5に示すように、残膜率曲線が線形のレジストを使用すればよい。この場合には、理論形状と近似形状との間のずれが小さくなり、また輪帯の裾の領域の階段形状は微細にならず、高次の輪帯までエッチング加工が可能になる。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明の四つの実施例に係る微小光学素子の製造方法について説明する。

【0016】第1例

図2再参照

二酸化シリコンウェーハ基板1上に、例えばチタン膜2を形成し、これをパターニングして多重露光用マーカ3を形成し、次いでポジ型レジスト、例えば東京応化製のOFPR-800を2.0μm厚に塗布してレジスト層4を形成する。

【0017】図6参照

フレネルレンズ及びその製造に使用されるマスクはいずれも回転対称形であるので、図6に示すマスク及びレンズ原型の断面図は、マスク及びレンズ原型を回転対称軸を通る切断面で切断した断面の右半分を示す。

【0018】また、同図においては複数のマスクとそれらの組み合わせにより得られるレジスト形状を示しており、基本的工程については、図2および図3を同時に参照されたい。

【0019】レンズの設計値より作製した図6(a)に示す第1のマスクを多重露光用マーカ3を介して基板1に位置合わせして260ミリ秒間露光し、次に図6

(b)に示す第2のマスクを同様に基板1に位置合わせして130ミリ秒間露光し、次いで図6(c)に示す第3のマスクを同様に基板1に位置合わせして65ミリ秒間露光して現像すると、図6(d)に示すように階段状の近似形状を有するフレネルレンズの原型が形成される。

【0020】四フッ化炭素ガスと酸素ガスとの混合ガスを使用するリアクティブイオンエッチングを実施することによって、図6(d)に示す形状のレジストよりなるフレネルレンズ原型が二酸化シリコン基板1に転写され、フレネルレンズが形成される。なお、チタン膜2は多重露光用マーカ3の形成に使用されるのみでなく、リアクティブイオンエッチングの終点を容易に確認する目的にも使用される。また、リアクティブイオンエッチング法に代えてイオンビームエッチング法を使用してもよい。

【0021】本実施例では、3種類のマスクで8段の階段形状を形成しているが、これは各マスクにおける露光部・非露光部の組み合わせ、および、各マスクでの露光量を変えることにより実現されるものであり、こうすることにより工程数の大幅な減少を可能にすることができ

(4)

5

る。

【0022】第2例

図7参照

高次の輪帯においては階段形状が微細になり、製造が困難になる場合がある。この場合には、高次の輪帯の階段の段数を図7に示すように少なくすればよい。図7においては、4次の輪帯の一部領域と5次の輪帯の全領域とにおいて階段数を少なくしている。

【0023】第3例

図8(a)(b)参照

レジスト層4を階段形状に形成した後、加熱して階段形状をなだらかにしてからエッチングを実行する。150℃の温度で20分間加熱したときのレジスト形状を図8(a)に実線をもって示す。この方法により、レンズ形状をより理論形状に近づけることができる。

【0024】この時、前述の図5～図7に示す実施例においては、階段状の近似形状を理論形状を示す曲線の内側に形成するように図示されているが、図8(b)に示すように階段形状の凸部と凹部の間を理論形状の曲線が通るようにあらかじめ近似形状を形成することで加熱による効果をさらに上げることができる。

【0025】第4例

前記の方法で製造した二酸化シリコンよりなるフレネルレンズを原盤として使用して型を作製し、PMMA等の材料を使用してスタンピング法により大量にフレネルレンズを複製する。

【0026】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明に係る微小光学素子の製造方法においては、複数のマスクを使用して、順次露光量を変化させて多重露光することによってレジストよりなるバイナリオプティクス素子の原型を作製し、エッチングによりこの原型を基板に転写して微小光学素子を形成しているので、エッチング工程は1回ですみ、スループットが大きくなるとともに素子製造の再現性も向上する。

6

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図である。

【図2】本発明の原理説明図である。

【図3】本発明の原理説明図である。

【図4】残膜率曲線が非線形の場合に形成されるレンズ形状を示す図である。

【図5】残膜率曲線が線形の場合に形成されるレンズ形状を示す図である。

【図6】本発明に係るフレネルレンズ製造工程説明図である。

【図7】高次の輪帯において階段数を低減したフレネルレンズの断面図である。

【図8】(a)は加熱により理論形状に近づける方法であり、(b)は理論曲線である。

【図9】従来技術に係る微小光学素子の製造工程説明図である。

【図10】従来技術に係る微小光学素子の製造工程説明図である。

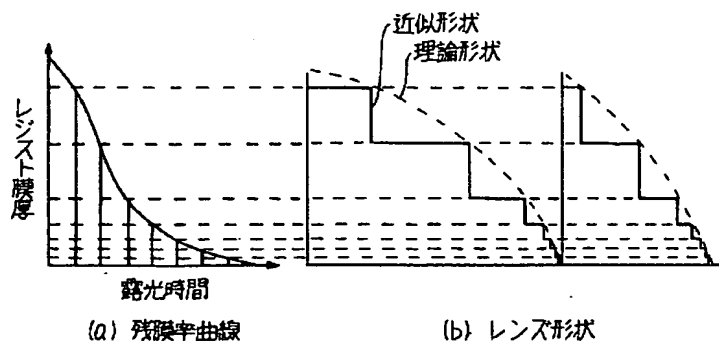
【図11】従来技術に係る微小光学素子の製造工程説明図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 遮光膜
- 3 多重露光用マーカ
- 4 レジスト層
- 5 a 第1のマスク
- 5 b 第2のマスク
- 6 レンズ原型
- 7 フレネルレンズ
- 11 基板
- 12・15 レジスト層
- 13 a 第1のマスク
- 13 b 第2のマスク
- 14・16 レジストマスク
- 17 微小光学素子

【図4】

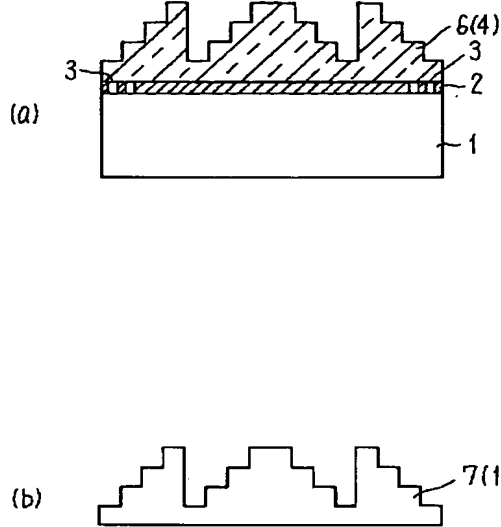
残膜率曲線が非線形の場合のレンズ近似形状



(5)

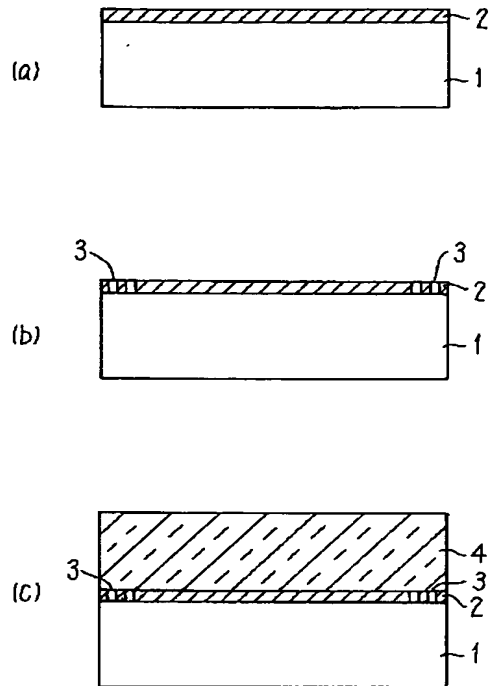
【図1】

原理説明図



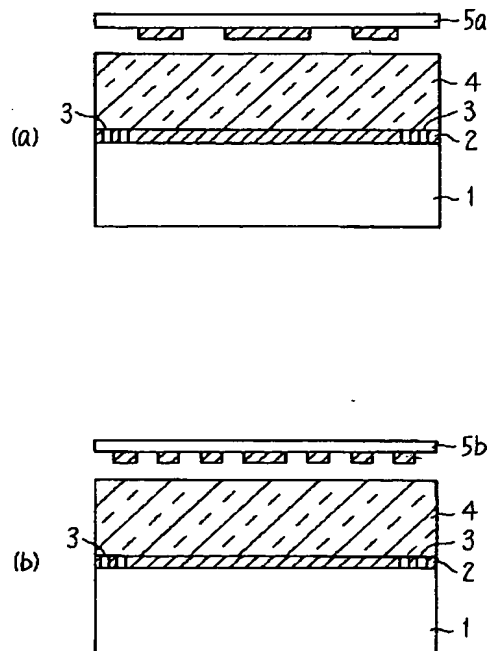
【図2】

原理説明図



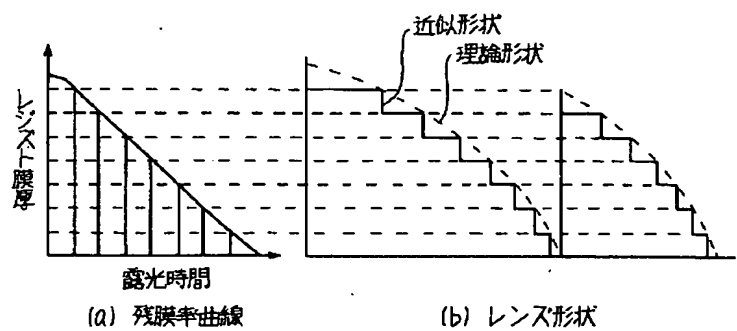
【図3】

原理説明図



【図5】

残膜率特性が線形の場合のレンズ近似形状

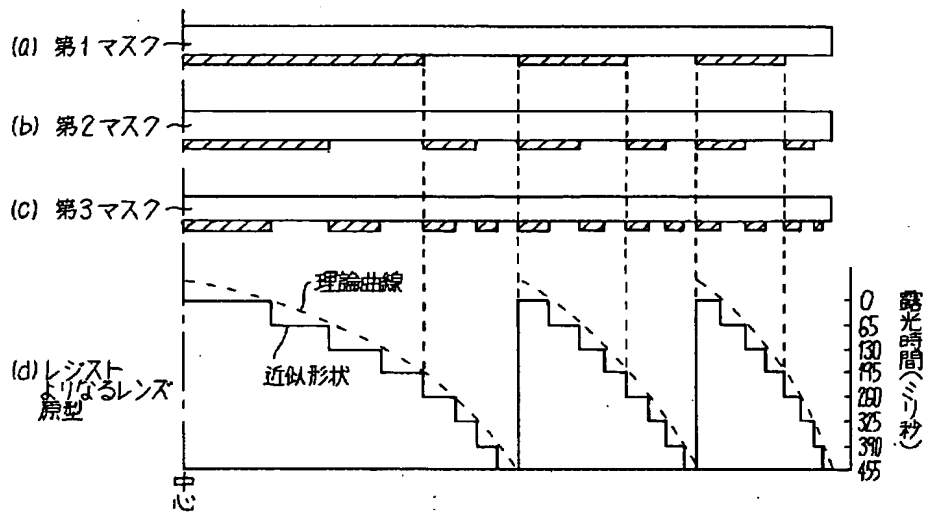


BEST AVAILABLE COPY

(6)

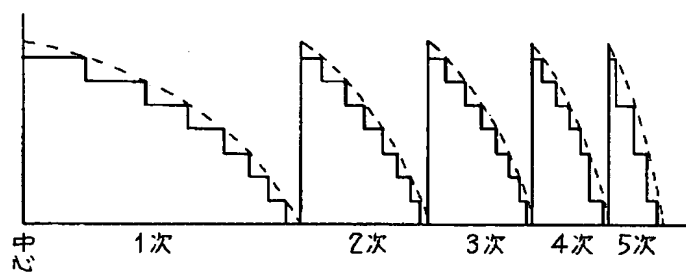
【図6】

フレネルレンズ製造工程説明図



【図7】

高次の輪帯において階段数を低減したフルネルレンズの断面図



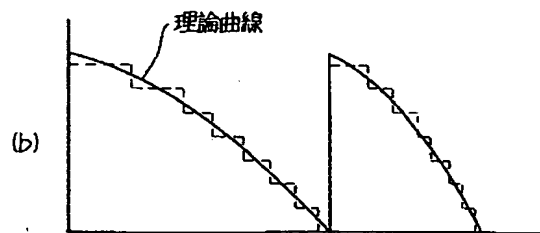
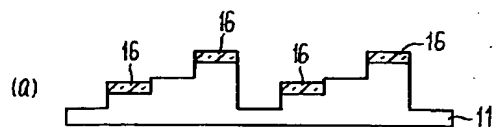
【図8】

加熱により理論形状に近づける方法



【図11】

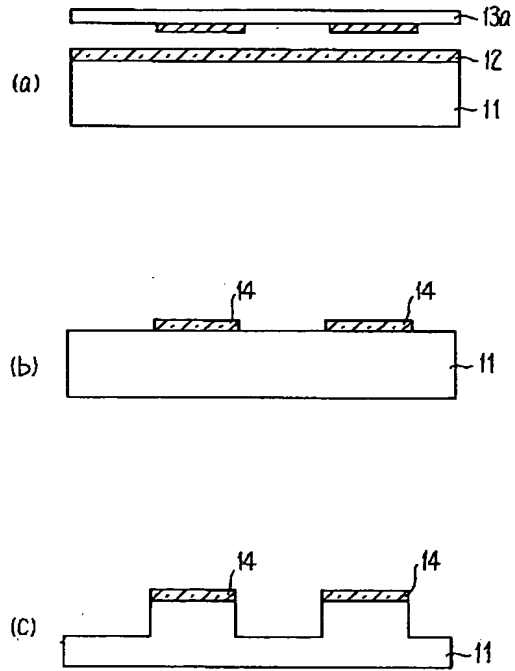
従来技術



(7)

【図9】

従来技術



【図10】

従来技術

